

Selen og fleiri ólífræn efni í landbúnaðarafurðum

Ólafur Reykdal¹, Sasan Rabieh¹, Laufey Steingrimsdóttir² og Helga Gunnlaugsdóttir¹
¹Matís ohf., ²Landbúnaðarháskóla Íslands

Útdráttur

Gerðar voru mælingar á seleni og 9 öðrum ólífrænum efnum í mjólkurvörum, lambakjöti og nautgripakjöti. Mælingarnar voru gerðar fyrir verkefnið „Þáttur íslenskra búvara í selenhag kvenna“ til að gera útreikninga á magni selens í fæði landsmanna. Sýnataka á búvörum var viðamikil til að kanna svæða- og árstíðamun. Meira selen var í vetrarmjólk en sumarmjólk en ekki kom fram munur fyrir önnur ólífræn efni. Selen í lambakjöti var breytilegt eftir svæðum en einnig innan svæða. Selen í nautgripakjöti var mjög breytilegt og mjög lágt í um helmingi sýna. Lambakjöt var að jafnaði talsvert selenríkara en nautgripakjöt.

Inngangur

Selen er nauðsynlegt næringarefni fyrir menn og skepnur og rannsóknir hafa sýnt að léleg selenstaða tengist mörgum alvarlegum sjúkdómum, m.a. krabbameinum og hjarta- og æðasjúkdómum (Combs 2005). Athygli vísindamanna hefur því í auknum mæli beinst að þætti selens fyrir heilsu einstaklinga og þjóða. Magn selens í fæðukeðjunni ákvarðast að miklu leyti af efnasamsetningu og eiginleikum jarðvegs, auk fôðrunar búfjár, og af þeim sökum er selenneysla annars vel nærðra þjóða afar ólík, allt eftir selenstyrk búvara á hverjum stað.

Í síðustu neyslurannsókn Manneldisráðs frá 2002 reyndist selen í fæðu Íslendinga yfir ráðlögðum dagskammti að meðaltali (Laufey Steingrimsdóttir o.fl. 2003). Kornvörur og fiskur vógu langþyngst í selenneyslu þjóðarinnar á þeim tíma með um 77% af öllu seleni í fæðu Íslendinga en þáttur landbúnaðarvara var fremur lítill. Flest bendir hins vegar til þess að selen í fæðu landsmanna hafi minnkað verulega frá þessum tíma þar sem nú er að mestu flutt inn selensnautt hveiti frá Evrópu, auk þess sem fiskneysla hefur minnkað, einkum meðal ungs fólks. Það gæti því verið að landbúnaðarvörur hafi veigameira hlutverki að gegna fyrir selenneyslu og selenhag landsmanna en áður var.

Áhugavert er að rannsaka selen og kvikasilfur samtímis í landbúnaðarafurðum þar sem þessi efni tengjast, einkum ef sjávarafurðir eru nýttar í fôður. Kvikasilfur er eitrað og veldur skaða á þroska miðtaugakerfis fósturs og ungvíðis.

Þær niðurstöður sem hér eru kynntar eru hluti verkefnis um þátt íslenskra búvara í selenhag kvenna. Verkefninu er stýrt af Landbúnaðarháskóla Íslands og er styrkt af Framleiðnisjóði landbúnaðarins. Matís sá um mælingar á ólífrænum efnum í matvælum og skráningu gagna í íslenska gagnagrunninn um efnainnihald matvæla (ÍSGEM). Til viðbótar við verkefnið hefur Matís látið gera fleiri mælingar fyrir ÍSGEM. Gerðar voru mælingar á 12 tegundum mjólkurvara ásamt lambakjöti og nautgripakjöti frá tveimur eða fleiri landsvæðum. Eftirtalin efni voru mæld: Selen, kvikasilfur, járn, sink, kopar, kalk, fosfór, magnesíum, kalíum og natríum. Niðurstöður mælinganna gera mögulegt að reikna neyslu Íslendinga á þessum efnum. Selen og fleiri ólífræn efni voru mæld í helstu landbúnaðarafurðum fyrir um áratug en nauðsynlegt var orðið að gera nýjar mælingar þar sem styrkur selens og fleiri efna í afurðum getur gjörbreytst með breytingum á fôðrun og umhverfisþáttum.

Efni og aðferðir

Sýnataka á gerilsneyddri nýmjólk fór fram hjá MS Selfossi og MS Akureyri í síðustu viku janúar, mars, júní og ágúst 2008. Sýnataka fór fram tvo daga í röð, 5 pökkunareiningum var safnað á miðvikudegi og öðrum 5 á fimmtudegi. Safnsýni fyrir hvern stað og tíma var útbúið með því að blanda saman 1 lítra úr hverjum af 10 pökkunareiningum. Tekin voru sýni af hreinu himnusíuðu skyri (skyr.is) hjá MS Selfossi og hefðbundnu pokasíuðu skyri hjá MS Akureyri. Sýnatakan fór fram þrisvar sinnum á árinu 2008.

Sýni af lambakjöti voru lambalæri tekin í sláturhúsum haustið 2008. Hvert sýni var frá einum bæ og fóru þrjú læri af þremur skrokkum í hvert sýni. Tekin voru sýni frá fjórum svæðum. Sýni frá Suðurlandi og Borgarfirði voru tekin í sláturhúsi SS á Selfossi, sýni frá norðvesturlandi voru tekin í sláturhúsunum á Hvammstanga og Blönduósi og loks voru sýni frá norðausturlandi tekin í sláturhúsinu á Kópaskeri. Lambalærin voru fitusnyrt, úrbeinuð og sinar voru fjarlægðar.

Nautgripakjöt var hakk unnið úr heilum skrokkum að frátöldum hryggvöðva, innralærisvöðva, ytralærisvöðva, mjaðmasteik, framhrygg og lærtungu. Hvert sýni var úr framleiðslu eins dags í kjötvinnslu og teknir voru fimm 500 g hakkskammtar meðan á vinnslu stóð. Hvert sýni gat því verið af gripum frá fleiri en einum bæ en sýnin voru alltaf tengd ákveðnu landsvæði. Í öllum tilfellum var verið að framleiða magrari flokkinn af hakki (venjulega 8-12% fita). Skráðar voru upplýsingar um gripi, kjötflokka og bæi. Þrjú sýni voru af Norðurlandi og sjö sýni af Suðurlandi. Samtals var kjöt af 58 gripum í sýnunum.

Kjöt var gert einsleitt í Tecator blandara. Sýnum af nýmjólk var blandað með því að hella fjórum sinnum milli íláta. Skyri var blandað í plastpokum. Öll ílát voru úr ryðfríu stáli eða ólituðu plasti. Tecator skál, hnifar, skurðbretti og blöndunarílát voru skoluð upp úr EDTA lausn með sítrati til að fjarlægja jónir. Sýni voru undirbúin fyrir mælingar með niðurbroti í saltpéturssýru og vatnsefnisperoxíði í lokuðum ílátum undir þrýstingi í 15-30 mínútur við allt að 220 °C. Sýnin voru þynnt hæfilega með mjög hreinu afjónuðu vatni og geymd í frysti þar til kom að mælingu.

Heildarmagn selens og annarra frumefna (kvikasilfurs, járns, sinks, kopars, kalks, fosfór, magnesíums, kalíum og natríums) var ákvarðað með ICP-massagreini (Agilent 7500ce, Agilent Technologies, Waldbronn, Þýskalandi). Viðmiðunarefni með þekktu samsetningu voru mæld til að staðfesta niðurstöðurnar. Árangurinn kemur fram í 1. töflu. Heimtupróf voru gerð og reyndust heimtur fullnægjandi.

1. tafla. Uppgefin og mæld gildi fyrir viðmiðunarefni.

Efni	Eining	Undanrennuduft (CRM 063R)		Nautavöðvi (CRM 184)	
		Uppgefið	Mælt n=18	Uppgefið	Mælt n=9
Magnesíum	g/kg	1.263 ± 0.024	1.241 ± 0.093	(1.02)*	1.03 ± 0.02
Fosfór	g/kg	11.10 ± 0.13	10.88 ± 0.53	(8.3)	8.79 ± 0.45
Kalk	g/kg	13.49 ± 0.10	13.74 ± 0.35	(0.15)	0.14 ± 0.02
Járn	mg/kg	2.32 ± 0.23	2.29 ± 0.10	79 ± 2	78.2 ± 1.2
Sink	mg/kg	49.0 ± 0.6	48.7 ± 1.5	166 ± 3	167.3 ± 0.9
Selen	µg/kg	(129)	132 ± 7	183 ± 12	181 ± 4

*) Uppgefin gildi innan sviga eru ekki staðfest.

Til að skilgreina sýnin voru gerðar mælingar á vatni í öllum sýnum en einnig á próteini, fitu og ösku í hluta sýnanna. Notaðar voru faggiltar efnamælingar: Vatn (ISO 6496: 1999), prótein með Kjeldahl aðferð (ISO 5983-2:2005), fita (AOCS Official Method Ba 3-38, 1997) og aska (ISO 5984: 2002). Við útreikninga á próteini var notaður stuðullinn 6,25 fyrir kjöt en 6,38 fyrir mjólkurvörur. Tölfræðileg greining var gerð í NCSS forritinu.

Niðurstöður

Hluti niðurstaðna er birtur í 2. og 3. töflum. Kvikasilfur var mælt í öllum sýnum og var það alltaf undir greiningarmörkum ($<0,3 \mu\text{g}/100\text{g}$ sýni) og kemur það ekki fram í töflunum. Niðurstöður fyrir nýmjólk og skyr eru í 2. töflu. Aðeins er marktækur munur fyrir selen ($p<0,05$) þegar niðurstöður fyrir mjólk frá Norðurlandi og Suðurlandi eru bornar saman. Þegar vetrarmjólk (janúar og mars) og sumarmjólk (júní og ágúst) er borin saman kemur fram marktækur munur fyrir selen ($p<0,005$) og vatn ($p<0,05$). Mjólkurkúm er gefið meira kjarnfóður á veturna en á sumrin og gæti það verið skýring á hærri styrk selens í vetrarmjólkinni. Uppgjör breyttist ekki þótt gert væri upp á þurrefnisgrunni.

Skýr framleitt með tveimur aðferðum er borið saman í 2. töflu. Um er að ræða himnusíað skýr (skyr.is) og pokasíað hefðbundið skýr. Marktækur munur kemur fram fyrir prótein, vatn, kalk, járn og selen ($p<0,05$). Hefðbundna pokaskýrið er próteinríkara og ríkara af seleni en himnusíaða skýrið. Við framleiðslu á hefðbundna skýrinu tapast því meira af kalki yfir í mysuna.

Í 3. töflu er eru birtar niðurstöður mælinga á kjöti. Selen er áberandi meira breytilegt en önnur efni. Selen í lambakjöti er á bilinu $2,9\text{-}11,7 \mu\text{g}/100\text{g}$ en í nautgripahakki $1,4\text{-}9,6 \mu\text{g}/100\text{g}$. Nokkur svæðamunur virðist vera fyrir helstu efni í lambakjöti en þegar reiknað er á þurrefnisgrunni er munurinn aðeins marktækur fyrir selen ($p<0,05$). Selen er þó breytilegt eftir bæjum innan sama svæðis (meira en tvöfaldur munur innan Suðurlands og Norð-Vesturlands) en að meðaltali er selen hæst á Norð-Austurlandi og í Borgarfirði. Selen í nautgripakjöti er mjög breytilegt innan sama svæðis. Skýringin er væntanlega breytileg fóðrun og selengjöf. Samkvæmt mælingunum er lambakjöt betri selengjafi en nautgripakjöt. Selen í nýmjólk er minna breytilegt en í kjötinu enda verður blöndun á mjólk frá mörgum bæjum í mjólkurstöð.

Samanburður við rannsókn frá 1996 (Ólafur Reykdal o.fl. 2000) leiðir í ljós að selen mælist nú hærra en þá var, sérstaklega í mjólk og lambakjöti. Hafa þarf í huga að sýnataka nú var mun viðameiri en áður og tekur svæða- og árstíðamun með í reikninginn. Efni í mjög lágum styrk, eins og járn og kopar í mjólk, virðast hafa verið ofmetin 1996. Í rannsókninni 1996 var kvikasilfur í nokkrum tilfellum mælanlegt í mjólkurvörum en nú var það í öllum tilfellum undir greiningarmörkum. Að öðru leyti er gott samræmi milli þessara tveggja rannsókna.

Kalk í mjólk mælist nú hærra en 1982 (Jón Óttar Ragnarsson o.fl. 1983) en hækkun á kalki yfir sumarið kemur fram í báðum rannsóknum. Svipaðar niðurstöður fengust fyrir sink og járn í mjólk í rannsókninni nú og 1983 (Ólafur Reykdal o.fl. 1985).

Í stórrri sænskri rannsókn (Lindmark-Månsson o.fl. 2003) mældist selen í mjólk að meðaltali $1,8 \mu\text{g}/100\text{g}$ en það er umtalsvert lægra en við mældum í íslensku mjólkinni. Aftur á móti er selen í íslensku mjólkinni í góðu samræmi við gildi sem birt eru í yfirlitsgrein (McNaughton og Marks 2002). Selen í lambakjöti er í samræmi við gildi sem hafa verið birt erlendis (norrænar næringarefnatölur) en þó er selen í lambakjöti

frá sumum bæjum með því lægsta sem hefur verið birt. Selen í íslenska nautgripakjötinu verður að teljast lágt og í helmingi sýnanna er selen mjög lítið í samanburði við gildi í erlendum heimildum. Mikilvægt er að kanna hvers vegna selen í íslenska kjötinu er eins breytilegt og raun ber vitni.

2. tafla. Efnainnihald mjólkurafurða. Gildi eru meðaltöl \pm staðalskekkja fyrir votvigt.

Afurð	n	Prótein g/100g	Vatn g/100g	Selen μ g/100g	Sink mg/100g	Járn mg/100g	Kalk mg/100g
Nýmjólk							
Vetur	4	3,30 \pm 0,04	87,7 \pm 0,1	2,63 \pm 0,08	0,39 \pm 0,01	0,02 \pm 0,00	114 \pm 3
Sumar	4	3,27 \pm 0,04	87,4 \pm 0,1	2,15 \pm 0,06	0,43 \pm 0,01	0,03 \pm 0,00	126 \pm 3
Árið	8	3,28 \pm 0,03	87,5 \pm 0,1	2,39 \pm 0,10	0,41 \pm 0,01	0,02 \pm 0,00	120 \pm 3
Skyr							
Skyr.is	3	11,2 \pm 0,2	83,1 \pm 0,2	6,43 \pm 0,63	0,52 \pm 0,04	0,05 \pm 0,00	100 \pm 4
Pokaskyr	3	13,1 \pm 0,3	81,6 \pm 0,1	9,70 \pm 0,72	0,45 \pm 0,01	0,07 \pm 0,00	85 \pm 3

3. tafla. Efnainnihald kjöts. Gildi eru meðaltöl \pm staðalskekkja fyrir votvigt.

Afurð	n	Vatn g/100g	Selen μ g/100g	Sink mg/100g	Járn mg/100g	Magnesium mg/100g	Fosfór mg/100g
Lambakjöt							
Suðurland	3	71,5 \pm 0,7	4,8 \pm 1,6	2,8 \pm 0,1	1,4 \pm 0,1	21,3 \pm 0,4	232 \pm 4
Borgarfj.	3	71,0 \pm 0,3	10,8 \pm 1,5	2,8 \pm 0,0	1,5 \pm 0,1	20,0 \pm 1,0	218 \pm 7
Norðvestur	3	69,0 \pm 0,8	7,5 \pm 1,9	3,0 \pm 0,1	1,6 \pm 0,0	20,4 \pm 0,3	227 \pm 4
Norðaustur	3	71,8 \pm 0,5	10,9 \pm 0,8	2,6 \pm 0,0	1,5 \pm 0,0	18,3 \pm 0,3	197 \pm 7
Landið	12	70,8 \pm 0,4	8,5 \pm 1,0	2,8 \pm 0,1	1,5 \pm 0,0	20,0 \pm 0,4	219 \pm 5
Nautahakk	10	69,3 \pm 0,9	3,8 \pm 0,8	3,9 \pm 0,2	1,7 \pm 0,1	16,8 \pm 0,3	184 \pm 5

Þakkir

Margir lögðu hönd á plóginn við sýnatöku og mælingar. Óli Þór Hilmarsson hjá Matis sá um sýnatöku á kjötvörum. Ólafur Unnarsson hjá MS Selfossi og Kristín Halldórsdóttir hjá MS Akureyri sá um sýnatöku á mjólkurvörum. Þuríður Ragnarsdóttir, Svanhildur Hauksdóttir, Ingibjörg Jónsdóttir og Óli Þór Hilmarsson sá um sýnavinnslu og undirbúning fyrir mælingar.

Heimildir

Combs GF Jr, 2005. Current evidence and research needs to support a health claim for selenium and cancer protection. *J Nutr* **135**: 343-347.

Jón Óttar Ragnarsson, Ólafur Reykdal, Ragnheiður Héðinsdóttir og Dóróthea Jóhannsdóttir, 1983. Rannsókn á íslenski mjólk og mjólkurafurðum. Fyrri hluti. *Fjölrit RALA* 97, 127 bls.

Laufey Steingrímsdóttir, Hólmfríður Þorgeirsdóttir og Anna Sigríður Ólafsdóttir, 2003. Hvað borða Íslendingar? Könnun á mataræði Íslendinga 2002. Helstu niðurstöður. *Rannsóknir Manneldisráðs V. Lýðheilsustöð*.

Lindmark-Månsson, H., R. Fondén, Pettersson, H.-E., 2003. Composition of Swedish dairy milk. *International Dairy Journal* 13: 409-425.

McNaughton, S.A., G.C. Marks, 2002. Selenium content of Australian foods: A review of literature values. *Journal of Food Composition and Analysis* 15: 169-182.

Ólafur Reykdal, Arngrímur Thorlacius, Guðjón Atli Auðunsson og Laufey Steingrímsdóttir, 2000. Selen, jöð, flúor, járn, kopar, sink, mangan, kadmín, kvikasilfur og blý í landbúnaðarafurðum. *Fjölrit Rala* 204: 7-36.

Ólafur Reykdal, Garðar Sigurþórsson og Jón Óttar Ragnarsson, 1985. Rannsókn á íslenskri mjólk og mjólkurafurðum. Seinni hluti. *Fjölrit RALA* 114, 85 bls.